

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-269802

(43)公開日 平成10年(1998)10月9日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
F 2 1 M 1/00		F 2 1 M 1/00	Q
G 0 3 B 21/14		G 0 3 B 21/14	A
G 0 9 F 9/00	3 3 4	G 0 9 F 9/00	3 3 4
	3 3 7		3 3 7 D
	3 6 0		3 6 0 D

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平9-69803

(22)出願日 平成9年(1997)3月24日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 吉田 卓司

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 大畑 豊治

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 岩井 順一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

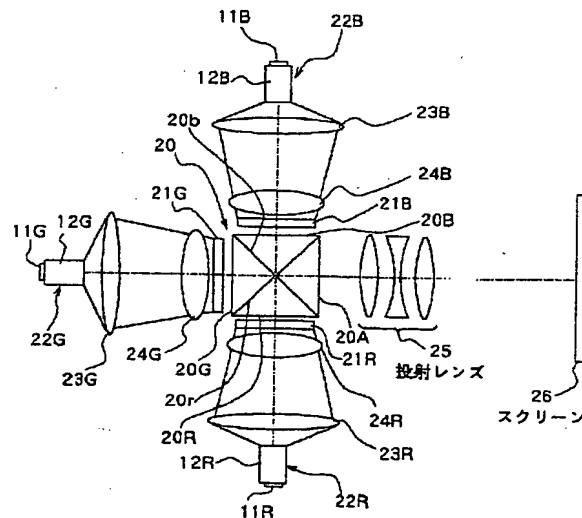
(74)代理人 弁理士 藤島 洋一郎

(54)【発明の名称】 照明装置および映像表示装置

(57)【要約】

【課題】 光源の寿命を長くし、光の利用効率を向上し、消費電力の低減と装置の小型化を可能にすると共に、照度分布を一様にする。

【解決手段】 発光ダイオード11R, 11G, 11Bより出射される赤、緑、青の各照明光は、それぞれカレイドスコープ12R, 12G, 12Bによって一様化され、リレーレンズおよびフィールドレンズを経て、各色毎の映像表示ライトバルブ21R, 21G, 21Bに照射され、空間的に強度変調され、合成プリズム20によって合成され、投射レンズ25によってスクリーン26に拡大投影される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被照明部に照射される光を出射する1以上の発光ダイオードを用いた光源と、
この光源より出射された光の前記被照明部における照度を一様化するための照度一様化光学素子とを備えたことを特徴とする照明装置。

【請求項2】 前記照度一様化光学素子は、1以上のロッド型光インテグレータであり、前記発光ダイオードは、その発光面が前記ロッド型光インテグレータの一端面に対向するように、前記ロッド型光インテグレータの一端面に接合されていることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項3】 前記照度一様化光学素子は、フライアイレンズであり、前記発光ダイオードは、その発光面が前記フライアイレンズの一端面に対向するように配置されていることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項4】 前記発光ダイオードは、それぞれの発光面が平面的に配置されるように複数個設けられ、且つそれぞれの発光強度が独立に制御されることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項5】 前記光源は、カラー画像を構成するために、互いに異なる波長領域の光を出射する複数の発光ダイオードを含むことを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項6】 照射される光を、表示する映像の情報に応じて空間的に変調して、画像を形成する空間変調手段と、

この空間変調手段に照射される光を出射する1以上の発光ダイオードを用いた光源と、
この光源より出射された光の前記空間変調手段における照度を一様化するための照度一様化光学素子と、
前記空間変調手段によって変調された光を投射する投射光学系とを備えたことを特徴とする映像表示装置。

【請求項7】 前記照度一様化光学素子は、1以上のロッド型光インテグレータであり、前記発光ダイオードは、その発光面が前記ロッド型光インテグレータの一端面に対向するように、前記ロッド型光インテグレータの一端面に接合されていることを特徴とする請求項6記載の映像表示装置。

【請求項8】 前記照度一様化光学素子は、フライアイレンズであり、前記発光ダイオードは、その発光面が前記フライアイレンズの一端面に対向するように配置されていることを特徴とする請求項6記載の映像表示装置。

【請求項9】 前記発光ダイオードは、それぞれの発光面が平面的に配置されるように複数個設けられ、且つそれぞれの発光強度が独立に制御されることを特徴とする請求項6記載の映像表示装置。

【請求項10】 前記光源は、カラー画像を構成するために、互いに異なる波長領域の光を出射する複数の発光ダイオードを含むことを特徴とする請求項6記載の映像

表示装置。

【請求項11】 所定の周期で、互いに異なる波長領域の光が順次出射されるように、前記複数の発光ダイオードを駆動する駆動手段を備えたことを特徴とする請求項10記載の映像表示装置。

【請求項12】 前記照度一様化光学素子は、1以上のロッド型光インテグレータであり、このロッド型光インテグレータの出射側の端面は、前記空間変調手段における画像形成領域に対応する形状に形成されていることを特徴とする請求項6記載の映像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、均一な照明を行うための照明装置、および、この照明装置からの光を空間的に変調してスクリーン等に投射することによって映像を表示する映像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、映像を鑑賞する目的に用いられる映像表示装置として、光源から出射された光を、映像表示ライトバルブによって空間的に変調して、映像をスクリーン等に投射する投射型映像表示装置がある。この投射型映像表示装置の一つには、映像表示ライトバルブとして透過型の液晶パネルを用いた液晶プロジェクタがあり、小型軽量であることから実用化されている。

【0003】従来の液晶プロジェクタでは、光源として放電型のキセノンランプ、メタルハライドランプまたは熱発光型のハロゲンランプ等の白色光源が用いられ、この光源から出射された白色光は、紫外線(UV)および赤外線(IR)をカットするUV-IRカットフィルタによって不要な光が取り除かれ、特定の波長成分の光を透過または反射させるダイクロイックミラー等によって、赤色(以下、Rとも記す。)、緑色(以下、Gとも記す。)、青色(以下、Bとも記す。)の3原色の光に分離されるようになっている。分離された各光は、3原色に対応する各信号に応じて画像が形成された空間光変調部としての3枚の液晶パネルをそれぞれ通過後、合成光学系によって合成されてフルカラーの画像とされ、投射レンズによって前方の透過型または反射型のスクリーンに拡大投影されるようになっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述のようにキセノンランプ、メタルハライドランプ、ハロゲンランプ等のランプを用いた投射型映像表示装置では、ランプの消費電力が大きく、光利用効率を向上させるために多くの光学部品を使用することにより装置の大きさも大きくなるという問題点があった。また、ランプは、明るさの経時変化が大きく、寿命が比較的に短いことから、頻繁にランプの交換が必要になるという問題点があった。

【0005】更に、従来の投射型映像表示装置では、ランプの出射光に波長分布が存在するため、色分離した各

色の波長分布がランプの出射光の波長分布に依存し、良好な色再現が難しいという問題点があった。

【0006】また、液晶プロジェクタ等の投射型映像表示装置では、表示輝度の向上と均一化が課題になっている。表示輝度の均一化には、映像表示ライトバルブに対する照明光の照度の均一化が必要となる。しかしながら、通常の液晶プロジェクタでは、例えば、メタルハライドランプの放射光を放物面反射鏡で平行化し、直接、液晶パネルを照射するので、表示画面にはランプの発光むらに起因する色むらが生じ、また、表示画面の中央部分が周辺部分に比べてかなり明るくなってしまい、CRT（陰極線管）を直視する場合の映像に比べて表示品質が劣るという問題点があった。

【0007】表示輝度の向上には、光利用効率の向上とランプの改良が必要とされる。現在のレベルでは、光の利用効率は数%にすぎず、光のほとんどを無駄にしている。従って、これを改善すれば、表示輝度は向上し、消費電力も低下する。最近では、明るさを確保するために、高出力のランプ（キセノンランプ、メタルハライドランプ）を用いながら、平行光を取り出しやすい点光源の発光効率の高いランプの開発が行われている。しかしながら、ランプの発光効率を向上させると、電流が大きくなり、寿命が短くなるという相反関係が存在するという問題点がある。一方、光の利用効率に関しては、ランプの出射光に分光分布が存在するため、必要なR、G、Bの3原色に色分離する際に捨てられる光の量が多く存在するという問題点がある。

【0008】また、従来の投射型映像表示装置では、光の利用効率が低いことから、必要な明るさを得るためには、大きなランプを用いなければならず、その結果、投射型映像表示装置が大型化するという問題点があった。

【0009】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、光源の寿命が長く、光の利用効率を向上でき、消費電力の低減と装置の小型化を可能にすると共に、照度分布の均一な照明装置を提供することにある。

【0010】本発明の第2の目的は、光源の寿命が長く、光の利用効率を向上でき、消費電力の低減と装置の小型化を可能にし、良好な色再現を可能とすると共に、表示輝度の均一な映像表示装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の照明装置は、被照明部に照射される光を出射する1以上の発光ダイオードを用いた光源と、この光源より出射された光の被照明部における照度を均一化するための照度均一化光学素子とを備えたものである。

【0012】請求項6記載の映像表示装置は、照射される光を、表示する映像の情報に応じて空間的に変調して、画像を形成する空間変調手段と、この空間変調手段に照射される光を出射する1以上の発光ダイオードを用

いた光源と、この光源より出射された光の空間変調手段における照度を均一化するための照度均一化光学素子と、空間変調手段によって変調された光を投射する投射光学系とを備えたものである。

【0013】請求項1記載の照明装置では、1以上の発光ダイオードを用いた光源より出射される光は、照度均一化光学素子によって、被照明部における照度が均一化されるように被照明部に照射される。

【0014】請求項6記載の映像表示装置では、1以上の発光ダイオードを用いた光源より出射される光は、照度均一化光学素子によって、空間変調手段における照度が均一化されるように空間変調手段に照射され、この空間変調手段によって、表示する映像の情報に応じて空間的に変調されて、投射光学系によって投射される。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。本実施の形態に係る照明装置は、被照明部に照射される光を出射する光源としての1つの発光ダイオード11と、この発光ダイオード11より出射された光の被照明部における照度を均一化するための照度均一化光学素子としてのロッド型光インテグレータ（以下、カレイドスコープ（KALEIDOSCOPE）と言う。）12とを備えている。カレイドスコープ12は、ある程度の長さを持つガラスロッドからなり、一端面（入射端面）より入射された光を均一化して他端面（出射端面）より出射するものである。このカレイドスコープ12は、四角柱状、六角柱状等、柱状であれば良いが、図1に示した例では、四角柱状としている。発光ダイオード11は、その発光面がカレイドスコープ12の入射端面に対向するように、カレイドスコープ12の入射端面に接合されている。なお、図1に示した照明装置では、カレイドスコープ12の入射端面の形状と略同形、同大の発光ダイオード11を用いたが、図2に示したように、カレイドスコープ12の入射端面の形状と相似形で、入射端面の形状よりも小さい発光ダイオード11を用いても良い。

【0016】ここで、図5を参照して、カレイドスコープ12における照度均一化の原理について説明する。カレイドスコープ12では、入射端面12aにおいて光軸13に対して角度を持って入射した光が、カレイドスコープ12の側面で全反射を繰り返して出射端面12bより出射される。ここで、反射回数はカレイドスコープ12に対する入射角度によって異なり、その結果、反射回数の異なる光が混じり合って、出射端面12bでは均一な出射光となる（文献「光技術コンタクト」、Vol. 33, No. 2, 1995年、第41～44ページ）を参照。）。

【0017】本実施の形態に係る照明装置は、被照明部

において一様な照度を必要とする装置、例えば投射型の映像表示装置に使用することができる。ここで、本出願において、投射型の映像表示装置とは、液晶プロジェクタ等のように空間的に変調された光をスクリーンに投射する装置の他に、ヘッドマウントディスプレイ等のように空間的に変調された光を人間の目に投射する虚像表示型の映像表示装置や、更には、ステップ式投影露光装置等のように空間的に変調された光を半導体ウェハ上のレジストに投射する露光装置も含むものとする。

【0018】本実施の形態に係る照明装置を鑑賞用の投射型映像表示装置に使用する場合には、発光ダイオード11としては、可視光を出射するものが用いられる。本実施の形態に係る照明装置を露光装置に使用する場合には、照明光は可視光である必要はなく、紫外光等でも良く、この場合には、発光ダイオード11としては、紫外光等の必要な波長領域の光を出射するものが用いられる。

【0019】本実施の形態に係る照明装置をフルカラーの鑑賞用の投射型映像表示装置に使用する場合には、照明光としてR、G、Bの3原色を用いるのが色再現性の面から見て最も有効である。そこで、以下の説明では、照明光としてR、G、Bの3原色を用いる場合について説明する。

【0020】発光ダイオード11は、赤色発光用としては、例えば、AlGaPAs系化合物半導体を用いたものを使用し、緑色発光用および青色発光用としては、例えば、GaN系またはZnSe系化合物半導体を用いたものを使用する。

【0021】また、発光ダイオード11は、いわゆるベアチップの形で使用する。現在、市販されている発光ダイオードの発光面の大きさは、0.2~0.5mm角の大きさであるが、本実施の形態に係る照明装置を鑑賞用の投射型映像表示装置に利用する場合には、化合物半導体の外部量子効率等、材料によって異なるが、本実施の形態における発光ダイオード11としては、数mm角程度の大きさのものが好ましく、本実施の形態では、そのような大きさのベアチップを作製して使用するものとする。

【0022】発光ダイオード11の発光面およびカレイドスコープ12の断面の形状は、例えば四角形、六角形、円形等、任意であるが、本実施の形態に係る照明装置を鑑賞用の投射型映像表示装置に利用する場合には、共に、被照明部となるライトバルブの映像表示領域の形状と相似形とするのが好ましい。このような形状とすることにより、ライトバルブの映像表示領域に照射される光束の断面形状を、映像表示領域に対応する形状とすることができ、その結果、発光ダイオード11から出射された光が有効に使用されることになり、光の利用効率が向上する。また、発光ダイオード11の発光面とカレイドスコープ12の断面を略同様の形状とすることによ

り、カレイドスコープ12からの出射光としては、最高の輝度と効率を得られる。従って、例えば、ライトバルブの映像表示領域の形状を現行のモニタと同様の縦横比3:4とする場合には、発光ダイオード11の発光面およびカレイドスコープ12の断面の形状も縦横比3:4に形成し、ライトバルブの映像表示領域の形状をハイビジョンと同様の縦横比9:16とする場合には、発光ダイオード11の発光面およびカレイドスコープ12の断面の形状も縦横比9:16に形成するのが好ましい。

【0023】カレイドスコープ12の材質は、光学ガラスである。カレイドスコープ12の長さは、光の全反射の回数を考慮した長さとなるが、数十mm~数百mm程度が好ましい。

【0024】次に、図3および図4を参照して、本実施の形態に係る照明装置における発光ダイオード11とカレイドスコープ12との接合方法の例について説明する。図3および図4は、発光ダイオード11とカレイドスコープ12との接合部分を示す断面図である。図3に示した例では、発光ダイオード11の発光面とは反対側の面側に、球面の一部をなすような形状の電極を兼ねた反射鏡15が設けられ、発光ダイオード11の発光面と反射鏡15にそれぞれリード16、17が接続されている。この例では、例えば、数mm角の発光ダイオード11のベアチップを反射鏡15にマウントし、電極配線を行った後、発光ダイオード11の発光面がカレイドスコープ12の入射端面に対向するように、発光ダイオード11および反射鏡15をカレイドスコープ12の入射端面に接合している。発光ダイオード11のベアチップのマウントには、現在一般に市販されている発光ダイオードのマウント技術を用いることができる。

【0025】図4に示した例では、発光ダイオード11の発光面とは反対側の面には、金属反射膜19が形成され、発光ダイオード11の発光面とその反対側の面にそれぞれリード16、17が接続されている。この例では、例えば、所定の大きさに形成された発光ダイオード11のベアチップに金属反射膜19の形成および配線を施した後、発光面がカレイドスコープ12の入射端面に対向するように配置し、エポキシ樹脂18等によって、直接、カレイドスコープ12の入射端面に接合している。

【0026】次に、本実施の形態に係る照明装置の作用について説明する。本実施の形態に係る照明装置では、発光ダイオード11より出射された光は、入射端面よりカレイドスコープ12内部に入射し、カレイドスコープ12の側面で全反射を繰り返し、出射端面より一様な出射光となって出射される。この出射光は、ライトバルブの映像表示領域等の被照明部に一様に照射される。

【0027】本実施の形態に係る照明装置によれば、光源として発光ダイオード11を使用したもので、光源の寿命が長くなる。従って、光源の交換の手間を減らすこと

ができる。

【0028】また、本実施の形態に係る照明装置をフルカラーの鑑賞用の投射型映像表示装置に使用する場合には、光源として白色光源を使用する場合のように色分離する際に捨てられる光がなくなり、光の利用効率を向上することができる。その結果、光源として白色光源を使用する場合に比べて、消費電力を少なくすることができる共に、映像表示装置の小型化が可能となる。

【0029】ところで、光源として発光ダイオード11を使用することにより、上述のような効果が得られるが、発光ダイオード11の発光面側には、一部に電極部が存在することから、発光面内で電流密度の大きさに差が生じ、その結果、発光ダイオード11の出射光に輝度むらが生じる可能性がある。その結果、そのままでは、被照明部における照度分布にむらが生じ、照明装置を鑑賞型の映像表示装置に使用した場合には、表示される映像において輝度むらや色むらを生じる可能性がある。しかしながら、本実施の形態に係る照明装置では、発光ダイオード11の出射光をカレイドスコープ12を通して照度の一様化を図っているため、被照明部における照度分布を一様化することができ、上記不具合を解消することができる。

【0030】また、本実施の形態に係る照明装置をフルカラーの鑑賞用の投射型映像表示装置に使用する場合には、各色毎の発光ダイオードの出射光の波長領域が狭いことから、白色光源の出射光を色分離した場合のように各色の波長分布が元の白色光源の出射光の波長分布に依存するようなことがなく、各色毎の発光ダイオードの出射光の合成によって表現できる色の範囲が広くなり、その結果、良好な色再現が可能となる。

【0031】図6は、本発明の第2の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。本実施の形態に係る照明装置は、光源として、1本のカレイドスコープ12の入射端面に対して、それぞれの発光面が平面的に配置されるように複数の発光ダイオード11を設けた例である。図6に示した例では、カレイドスコープ12の入射端面に対して、縦3列、横3列にして合計9個の発光ダイオード11を配置し、接合している。各発光ダイオード11の形状は、カレイドスコープ12の入射端面の形状と相似形である。9個の発光ダイオード11の集合体の全体の形状は、図1に示した照明装置における発光ダイオード11の形状と略同様である。

【0032】第1の実施の形態に係る照明装置では、光源として一つの発光ダイオード11を用いているので、照明装置として高い輝度が要求される場合には、非常に高輝度の発光ダイオード11を使用する必要があるが、本実施の形態に係る照明装置では、光源として複数の発光ダイオード11を用いているので、第1の実施の形態に比べて輝度の低い発光ダイオード11を使用して、同等の照明装置を実現することができる。また、本実施の

形態に係る照明装置によれば、第1の実施の形態に比べて、より高輝度の照明装置を実現することも可能となる。更に、本実施の形態に係る照明装置によれば、多数の発光ダイオード11を用い、それらを選択的に発光させることによって発光面の形状を任意に設定したり、発光ダイオード11毎の発光強度を変えることによって任意の強度分布の照明光を得ることが可能となる。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0033】図7は、本発明の第3の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。本実施の形態に係る照明装置は、1本のカレイドスコープ12の入射端面に1個の発光ダイオード11を接合したものを、複数束ねて構成したものである。図7に示した例では、入射端面に発光ダイオード11を接合したカレイドスコープ12を、縦3列、横3列にして合計9本束ねている。各発光ダイオード11の形状は、各カレイドスコープ12の入射端面の形状と相似形である。複数のカレイドスコープ12は、例えば、エポキシ樹脂等によって貼り合わせることによって束ねられている。本実施の形態に係る照明装置の全体の形状は、図6に示した第2の実施の形態に係る照明装置と同様になる。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第2の実施の形態と同様である。

【0034】図8は、本発明の第4の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。本実施の形態に係る照明装置は、1本のカレイドスコープ12の入射端面に対して複数の発光ダイオード11を接合したものを、複数束ねて構成したものである。図8に示した例では、入射端面に対して、縦2列、横3列にして合計6個の発光ダイオード11を接合したカレイドスコープ12を、縦3列、横3列にして合計9本束ねている。複数のカレイドスコープ12は、例えば、エポキシ樹脂等によって貼り合わせることによって束ねられている。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第2の実施の形態と同様である。

【0035】ここで、第2ないし第4の実施の形態のように複数の発光ダイオード11を平面的に配置して、各発光ダイオード11の発光強度を独立に制御することによる効果について、図9ないし図11を参照して説明する。図9および図10は、光源の発光状態と、光源から出射された光を所定の光学系を通して被照明部に照射した場合の照明状態との関係を調べた実験の結果を示したものである。

【0036】図9において、(a)は光源の発光面の形状を縦横比3:4の長方形とし、発光面内で均一に発光させた場合の発光状態を表し、(b)はその場合における照明状態を表している。また、(c)は光源の発光面の形状を縦横比3:4の長方形とし、発光面内で発光強度に分布を持たせた場合の発光状態を表し、(d)はそ

の場合における照明状態を表している。なお、(a)において、符号A0は均一な輝度の領域を表している。また、(b)において、符号A1は輝度が相対値で1.3以上1.4未満の領域、A2は輝度が相対値で1.2以上1.3未満の領域、A3は輝度が相対値で1.1以上1.2未満の領域、A4は輝度が相対値で1.0以上1.1未満の領域、A5は輝度が相対値で0.9以上1.0未満の領域を表している。また、(b)、(d)において、符号B1は照度が相対値で0.9以上1以下の領域、B2は照度が相対値で0.8以上0.9未満の領域、B3は照度が相対値で0.7以上0.8未満の領域、B4は照度が相対値で0.3以上0.7未満の領域、B5は照度が相対値で0.1以上0.3未満の領域を表している。図9(c)に示した例では、発光面内の右半分と左半分で発光強度の分布を異ならせている。すなわち、左半分では周辺に向けて緩やかに輝度を大きくし、右半分では周辺部で急に輝度を大きくし、且つ右半分における輝度の最大値を左半分における輝度の最大値よりも大きくしている。

【0037】同様に、図10において、(a)は光源の発光面の形状を縦横比9:16の長方形とし、発光面内で均一に発光させた場合の発光状態を表し、(b)はその場合における照明状態を表している。また、(c)は光源の発光面の形状を縦横比9:16の長方形とし、発光面内で発光強度に分布を持たせた場合の発光状態を表し、(d)はその場合における照明状態を表している。これらの図において、符号A0~A5、B1~B5の意味は、図9の場合と同様である。図10(c)に示した例では、発光面内の右半分と左半分で発光強度の分布を異ならせている。すなわち、左半分では周辺に向けて緩やかに輝度を大きくし、右半分では周辺部で急に輝度を大きくし、且つ右半分における輝度の最大値を左半分における輝度の最大値よりも大きくしている。

【0038】図9(a)、(b)および図10(a)、(b)から分かるように、光源において発光面内で均一に発光させた場合には、被照明部では、中央部分に比べて周辺部分が暗くなる。そこで、図9(c)や図10(c)に示したように、光源の発光強度に分布を持たせることにより、図9(d)や図10(d)に示したように、被照明部における明るさのむらを少なくすることが可能となる。

【0039】光源の発光状態と被照明部における照明状態との関係は、光源と被照明部との間の光学系等によって異なるため、光源の発光状態は、第2ないし第4の実施の形態に係る照明装置が使用される個々の装置に応じて適宜に設定するのが好ましい。ここで、図11を参照して、第2ないし第4の実施の形態に係る照明装置を、鑑賞用の投射型映像表示装置に使用する場合について考える。なお、図11において、(a)、(c)は光源の発光状態を表し、(b)、(d)は、それぞれ、発光状

態が(a)、(c)のときの映像表示ライトバルブにおける上下方向の中心部分における水平方向の1ラインにおける照度分布の例を表している。図11に示した例では、(a)に示したように、発光ダイオード11を縦6列、横10列にしての合計60個配列して光源を構成し、各発光ダイオード11を均一に発光させた場合、映像表示ライトバルブ上での照度分布は、(b)に示したように、中央部分で照度が大きく周辺に向けて照度が徐々に小さくなるものとする。このような場合には、

(c)に示したように、中央部分から周辺に向けて徐々に発光ダイオード11の発光強度を大きくすることで、理想的には、(d)に示したように、平坦な照度分布とすることが可能となる。

【0040】図12は、本発明の第5の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。本実施の形態に係る照明装置は、1本のカレイドスコープ12の入射端面に対して、赤色発光ダイオード11R、緑色発光ダイオード11G、青色発光ダイオード11Bを、それぞれ複数個ずつ配列して接合したものである。各発光ダイオード11R、11G、11Bの配列の方法としては、図13に示したようなモザイク配列や、図14に示したような△配列等がある。

【0041】本実施の形態に係る照明装置では、各発光ダイオード11R、11G、11Bを同時に点灯させることにより照度が一様化された白色照明光を得ることができる。また、本実施の形態に係る照明装置では、各発光ダイオード11R、11G、11Bを順次点灯させることにより、それぞれ照度が一様化されて順次出力されるR、G、Bの3原色の照明光を得ることができる。そして、このR、G、Bの3原色の照明光を用いて、後述するような時分割色表示方式によるカラー画像の表示が可能となる。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第2の実施の形態と同様である。

【0042】図15は、本発明の第6の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。この映像表示装置は、立方体形状の合成プリズム20と、この合成プリズム20の一つの面20Gに対向するように配設された緑用映像表示ライトバルブ21Gと、合成プリズム20における面20Gと直交する他の面20Rに対向するように配設された赤用映像表示ライトバルブ21Rと、合成プリズム20における面20Rと平行な他の面20Bに対向するように配設された青用映像表示ライトバルブ21Bとを備えている。各映像表示ライトバルブ21R、21G、21Bは、本発明における空間変調手段に対応する。

【0043】映像表示装置は、更に、各映像表示ライトバルブ21R、21G、21Bの側方に配設され、各映像表示ライトバルブ21R、21G、21Bにそれぞれ赤色照明光、緑色照明光、青色照明光を照射するための赤色照明装置22R、緑色照明装置22G、青色照明装

置22Bを備えている。赤色照明装置22Rは、カレイドスコープ12Rの入射端面に赤色発光ダイオード11Rを接合したものである。同様に、緑色照明装置22Gは、カレイドスコープ12Gの入射端面に緑色発光ダイオード11Gを接合したものであり、青色照明装置22Bは、カレイドスコープ12Bの入射端面に青色発光ダイオード11Bを接合したものである。なお、各照明装置22R、22G、22Bは、第1ないし第4の実施の形態のうちのいずれの形態のものでも良い。

【0044】赤色照明装置22Rと赤用映像表示ライトバルブ21Rの間には、赤色照明装置22R側より順に、赤用リレーレンズ23Rおよび赤用フィールドレンズ24Rが配設されている。同様に、緑色照明装置22Gと緑用映像表示ライトバルブ21Gの間には、緑色照明装置22G側より順に、緑用リレーレンズ23Gおよび緑用フィールドレンズ24Gが配設されている。また、青色照明装置22Bと青用映像表示ライトバルブ21Bの間には、青色照明装置22B側より順に、青用リレーレンズ23Bおよび青用フィールドレンズ24Bが配設されている。映像表示装置は、更に、合成プリズム20における面20Gと平行な面20Aに対向するように配設され、各映像表示ライトバルブ21R、21G、21Bによって形成され、合成プリズム20に合成された画像の光を、透過型（背面投射型映像表示装置の場合）または反射型（前面投射型映像表示装置の場合）のスクリーン26に投射するための投射レンズ25を備えている。映像表示装置における上記各構成要素は、適当なホルダによって保持されて、図示しない筐体内に設置されている。

【0045】合成プリズム20は、面20Rより入射した赤色光のみを面20A側に反射する反射面20rと、面20Bより入射した青色光のみを面20A側に反射する反射面20bとを有するダイクロイックプリズムで構成されている。

【0046】映像表示ライトバルブ21R、21G、21Bは、それぞれ光の透過率を制御可能な多数の画素を有している。映像表示ライトバルブ21R、21G、21Bとしては、例えば、液晶としてTN（Twisted Nematic；ツイストネマティック）型の液晶を用い、スイッチ素子としてTFT（Thin Film Transistor；薄膜トランジスタ）を用いた透過型液晶ライトバルブを使用する。

【0047】リレーレンズ23R、23G、23Bは、それぞれ、各カレイドスコープ12R、12G、12Bの出射端面の2次元的な像、すなわち2次光源の像を、各映像表示ライトバルブ21R、21G、21B上に結像するためのレンズであり、フィールドレンズ24R、24G、24Bは、それぞれ、リレーレンズ23R、23G、23Bの後側焦点面の像を投射レンズ25の入射瞳の位置に結像させるためのレンズである。また、投射

レンズ25としては、例えばテレセントリック系に近いものが用いられる。

【0048】発光ダイオード11R、11G、11Bの発光面およびカレイドスコープ12R、12G、12Bの断面の形状は、映像表示ライトバルブ21R、21G、21Bの映像表示領域の形状と相似形とするのが好ましい。

【0049】図16は、本実施の形態に係る映像表示装置の回路構成を示すブロック図である。この図に示したように、本実施の形態に係る映像表示装置は、映像信号VSを入力し、それぞれ赤色画像、緑色画像、青色画像に対応する赤用画像信号、緑用画像信号、青用画像信号を生成する映像信号処理回路31と、この映像信号処理回路31によって生成された赤用画像信号、緑用画像信号、青用画像信号を一時的に記録するための赤用画像メモリ32R、緑用画像メモリ32G、青用画像メモリ32Bと、映像信号処理回路31および赤用画像メモリ32Rに接続され、赤用映像表示ライトバルブ21Rを駆動する赤用ライトバルブ駆動回路33Rと、映像信号処理回路31および緑用画像メモリ32Gに接続され、緑用映像表示ライトバルブ21Gを駆動する緑用ライトバルブ駆動回路33Gと、映像信号処理回路31および青用画像メモリ32Bに接続され、青用映像表示ライトバルブ21Bを駆動する青用ライトバルブ駆動回路33Bとを備えている。

【0050】映像表示装置は、更に、それぞれ赤色発光ダイオード11R、緑色発光ダイオード11G、青色発光ダイオード11B（図では発光ダイオードをLEDと記す。）を駆動する赤色発光ダイオード駆動回路34R、緑色発光ダイオード駆動回路34G、青色発光ダイオード駆動回路34Bと、映像信号処理回路31および各発光ダイオード駆動回路34R、34G、34Bを制御するコントローラ35とを備えている。コントローラ35は、例えばマイクロコンピュータによって構成される。

【0051】各発光ダイオード駆動回路34R、34G、34Bには、可変抵抗によって各発光ダイオード11R、11G、11Bの駆動電流を変える等により、各発光ダイオード11R、11G、11Bより出射される光の輝度を独立に調節可能とする手段が設けられている。

【0052】次に、本実施の形態に係る映像表示装置の作用について説明する。図2に示したように、映像信号VSは、映像信号処理回路31に入力され、この映像信号処理回路31によって、赤用画像信号、緑用画像信号、青用画像信号が生成され、それぞれ、赤用画像メモリ32R、緑用画像メモリ32G、青用画像メモリ32Bに一旦記録される。各ライトバルブ駆動回路33R、33G、33Bは、それぞれ、一定の周期で、各画像メモリ32R、32G、32Bより各色用の画像信号を読

み出し、この画像信号に基づいて、各映像表示ライトバルブ21R、21G、21Bを駆動する。

【0053】一方、各発光ダイオード駆動回路34R、34G、34Bは、各発光ダイオード11R、11G、11Bが常時点灯するように、各発光ダイオード11R、11G、11Bを駆動する。

【0054】図15に示したように、赤色発光ダイオード11Rより出射されカレイドスコープ12Rによって一様化された赤色の照明光は、リレーレンズ23R、フィールドレンズ24Rを経て、赤用映像表示ライトバルブ21Rに照射され、赤用映像表示ライトバルブ21Rによって空間的に強度変調されて合成プリズム20に入射する。同様に、緑色発光ダイオード11Gより出射されカレイドスコープ12Gによって一様化された緑色の照明光は、リレーレンズ23G、フィールドレンズ24Gを経て、緑用映像表示ライトバルブ21Gに照射され、緑用映像表示ライトバルブ21Gによって空間的に強度変調されて合成プリズム20に入射する。また、青色発光ダイオード11Bより出射されカレイドスコープ12Bによって一様化された青色の照明光は、リレーレンズ23B、フィールドレンズ24Bを経て、青用映像表示ライトバルブ21Bに照射され、青用映像表示ライトバルブ21Bによって空間的に強度変調されて合成プリズム20に入射する。

【0055】各映像表示ライトバルブ21R、21G、21Bによって変調された各色の光は、合成プリズム20によって合成されて、面20Aより出射され、投射レンズ25によってスクリーン26に拡大投影され、スクリーン26上にカラー映像が表示される。

【0056】図17は、カレイドスコープ12(12R、12G、12Bを代表する。)、リレーレンズ23(23R、23G、23Bを代表する。)およびフィールドレンズ24(24R、24G、24Bを代表する。)を含むカレイドスコープ照明系における光の状態を表す説明図である。この図に示したように、カレイドスコープ12の出射端面の像は、フィールドレンズ23によって、被照明部である映像表示ライトバルブ21(21R、21G、21Bを代表する。)に結像され、これにより、照度が一様化された照明光が映像表示ライトバルブ21上に照射される。なお、フィールドレンズ24は、リレーレンズ23の後側焦点面の像を投射レンズ25の入射瞳の位置28に結像させる。

【0057】以上説明したように、本実施の形態に係る映像表示装置では、光源として発光ダイオードを使用したので、光源の寿命が長くなり、光源の交換の手間を減らすことができる。また、各色毎の発光ダイオード11R、11G、11Bの出射光の波長領域は狭いので、白色光源の出射光を色分離した場合のように各色の波長分布が元の白色光源の出射光の波長分布に依存するよう

なことがなく、各発光ダイオード11R、11G、11B

の出射光の合成によって表現できる色の範囲が広くなり、その結果、良好な色再現が可能となる。

【0058】また、発光ダイオードは、白色光源に比べて消費電力が少なく、且つ小型である。更に、光源として発光ダイオードを使用することにより、光源として白色光源を使用する場合のように色分離する際に捨てられる光がなくなり、光の利用効率を向上することができる。その結果、光源として白色光源を使用する場合に比べて、消費電力を少なくすることができる共に、映像表示装置の小型化が可能となる。

【0059】また、本実施の形態に係る映像表示装置によれば、発光ダイオード11の出射光をカレイドスコープ12を通して照度の均一化を図っているため、輝度むらや色むらの発生を防止して、映像表示ライトバルブ21の表示輝度を均一化することができ、表示品質を向上させることができる。

【0060】また、本実施の形態に係る映像表示装置において、発光ダイオード11の発光面およびカレイドスコープ12の断面の形状を、映像表示ライトバルブ21の映像表示領域の形状と相似形とすることにより、画像形成領域に照射される光束の断面形状を、画像形成領域の形状に対応する形状とすることができ、光束の断面が円形となる白色光源を使用する場合に比べて、光の利用効率が向上し、その結果、より一層、消費電力の低減と装置の小型化が可能になる。

【0061】また、本実施の形態に係る映像表示装置によれば、各色毎の発光ダイオード11R、11G、11Bより出射される光の輝度を独立に調節することができるので、従来と比較して、色の調節範囲が広がる。また、色毎の発光ダイオード11R、11G、11Bの効率が異なる場合には、予め、各発光ダイオード駆動回路34R、34G、34Bにおいて、各発光ダイオード11R、11G、11Bの駆動電流を変える等によって各発光ダイオード11R、11G、11Bより出射される光の輝度を独立に調節して、白色画面の色温度を所定の値に合わせておくことが可能となる。また、鑑賞者が、任意に、各発光ダイオード11R、11G、11Bより出射される光の輝度を調節して、鑑賞者の嗜好に合った色調整を行うことも可能となる。また、本実施の形態に係る映像表示装置では、各発光ダイオード11R、11G、11Bより出射される光の輝度を独立に調節可能なことから、各色毎の発光ダイオード11R、11G、11Bの発光面積を同一にしながら各色毎の輝度の調節が可能となり、その結果、映像表示装置の光学系を簡単にすることができる。

【0062】次に、図18ないし図20を参照して、本発明の第7の実施の形態に係る映像表示装置について説明する。図18は、本実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態に係る映像表示装置は、時分割色表示方式によってカラー画像を表示す

15

るようにした例である。本実施の形態に係る映像表示装置は、第6の実施の形態における各色毎の映像表示ライトバルブ21R、21G、21Bを設けずに、代わりに、合成プリズム20と投射レンズ25との間に、映像表示ライトバルブ41を設けている。

【0063】図19は、本実施の形態に係る映像表示装置の回路構成を示すブロック図である。本実施の形態に係る映像表示装置は、映像信号VSを入力し、それぞれ赤色画像、緑色画像、青色画像に対応する赤用画像信号、緑用画像信号、青用画像信号を生成し、これらを順次切り換えて出力する映像信号処理回路42と、この映像信号処理回路42によって生成された赤用画像信号、緑用画像信号、青用画像信号を一時的に記録するための画像メモリ43と、映像信号処理回路42および画像メモリ43に接続され、映像表示ライトバルブ41を駆動するライトバルブ駆動回路44とを備えている。

【0064】映像表示装置は、更に、それぞれ赤色発光ダイオード11R、緑色発光ダイオード11G、青色発光ダイオード11B（図では発光ダイオードをLEDと記す。）を駆動する赤色発光ダイオード駆動回路34R、緑色発光ダイオード駆動回路34G、青色発光ダイオード駆動回路34Bと、映像信号処理回路42、ライトバルブ駆動回路44および各発光ダイオード駆動回路34R、34G、34Bを制御するコントローラ35とを備えている。

【0065】次に、図20のタイミングチャートを参照して、本実施の形態に係る映像表示装置の動作について説明する。コントローラ35は、映像信号VSを入力し、この映像信号に同期し、1フレームまたは1フィールドの期間を3等分するためのタイミング信号を生成し、映像信号処理回路42とライトバルブ駆動回路44に送る。映像信号処理回路44は、このタイミング信号に応じて、赤用画像信号、緑用画像信号、青用画像信号を生成し、これらを順次切り換えて出力する。この画像信号は、画像メモリ43に一旦記録される。ライトバルブ駆動回路44は、コントローラ35からのタイミング信号に応じて、画像メモリ43より各色用の画像信号を順次読み出し、この画像信号に基づいて、映像表示ライトバルブ41を駆動する。その結果、映像表示ライトバルブ41では、図20（d）に示したように、1フレームまたは1フィールドの期間中で、赤（R）、緑（G）、青（B）用の各階調画像が、順次切り換えられて表示される。

【0066】一方、コントローラ35は、映像表示ライトバルブ41において赤、緑、青用の各階調画像が表示されるタイミングに同期して、発光ダイオード11R、11G、11Bが順次点灯するように、各発光ダイオード駆動回路34R、34G、34Bを制御する。その結果、図20（a）～（c）に示したように、映像表示ライトバルブ41において赤、緑、青用の各階調画像が表

16

示されるタイミングに同期して、発光ダイオード11R、11G、11B（図20では、それぞれ、LED R、LED G、LED Bと記す。）が点灯し、各色の光が順次切り換えられて映像表示ライトバルブ41に照射される。

【0067】このような動作により、赤、緑、青の各画像が順次切り換えられて、スクリーン26に投射されるが、人間の目の残像効果により、鑑賞者にはカラー画像として認識される。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は第6の実施の形態と同様である。

【0068】次に、図21および図22を参照して、本発明の第8の実施の形態に係る映像表示装置について説明する。本実施の形態に係る映像表示装置は、第7の実施の形態と同様に時分割色表示方式を用いると共に、デジタル階調表示方式を用いてカラー画像を表示するようにした例である。

【0069】始めに、図21を参照して、デジタル階調表示方式の原理について説明する。デジタル階調表示方式の原理は、図21（a）に示したような表示したい画像を、図21（b）～（e）に示したような重み付けした複数のビット画像（2値画像）の和として表現することである。なお、図21（a）の上段は表示したい階調画像の例を表し、図21（b）～（e）の上段は、8：4：2：1に重み付けされた各ビット画像を表している。図21（a）～（e）の下段は、上段の画像における各画素の輝度を16進数で表したものである。このデジタル階調表示方式では、光源と2値表示用の映像表示ライトバルブの制御によって、1フレームの時間の中で、重み付けしたビット画像群を表示し、人間の目の残像効果を利用して、鑑賞者に階調を感じさせる。

【0070】デジタル階調表示におけるビット画像の重み付けには、主に2つの方法がある。一つは、照明光の明るさを一定とし、各ビット画像の表示時間の長さによって重み付けをするパルス幅変調階調表示であり、他の一つは、各ビット画像の表示時間の長さを一定とし、照明光の明るさによって重み付けをする光強度変調階調表示である。また、2つの方法を併用することも可能である。

【0071】本実施の形態に係る映像表示装置の構成は、図19に示したものと略同様であるが、発光ダイオード11R、11G、11Bは、2値表示が可能なものであれば良い。

【0072】次に、図22のタイミングチャートを参照して、本実施の形態に係る映像表示装置の動作について説明する。図22（a）～（c）は、それぞれ、発光ダイオードの発光タイミングと発光量を表している。図22（d）は、映像表示ライトバルブ41の表示状態を表している。ここでは、パルス幅変調階調表示と光強度変調階調表示とを併用してデジタル階調表示を行う例について説明する。また、以下の説明では、赤色階調画像

を表現するために8:4:2:1に重み付けされた各ビット画像を、それぞれ画像R8, R4, R2, R1とし、緑色階調画像を表現するために8:4:2:1に重み付けされた各ビット画像を、それぞれ画像G8, G4, G2, G1とし、青色階調画像を表現するために8:4:2:1に重み付けされた各ビット画像を、それぞれ画像B8, B4, B2, B1とする。

【0073】コントローラ35は、映像信号VSを入力し、この映像信号VSに同期した所定のタイミング信号を生成し、映像信号処理回路42とライトバルブ駆動回路44に送る。映像信号処理回路42は、このタイミング信号に応じて、各フレーム毎に、ビット画像R8, G8, B8, R4, R2, R1, G4, G2, G1, B4, B2, B1の画像信号を生成し、これらを順次切り換えて出力する。この画像信号は、画像メモリ43に一旦記録される。ライトバルブ駆動回路44は、コントローラ35からのタイミング信号に応じて、画像メモリ43より各ビット画像の画像信号を順次読み出し、この画像信号に基づいて、映像表示ライトバルブ44を駆動する。本実施の形態では、図22(d)に示したように、1フレーム中の先頭から2/5の期間を3等分してビット画像R8, G8, B8を順次表示し、1フレーム中の残りの期間を9等分してビット画像R4, R2, R1, G4, G2, G1, B4, B2, B1を順次表示するようにしている。従って、ビット画像R8, G8, B8が表示される期間は、他のビット画像が表示される期間の2倍となる。

【0074】また、コントローラ35は、図22(a)~(c)に示したように、映像表示ライトバルブ41において赤、緑、青用の各ビット画像が表示されるタイミングに同期して、発光ダイオード11R, 11G, 11Bが順次点灯するように、各発光ダイオード駆動回路34R, 34G, 34Bを制御する。また、コントローラ35は、ビット画像R8, G8, B8が表示される期間とビット画像R4, G4, B4が表示される期間は、発光ダイオード12R, 12G, 12Bの発光量が等しく、このときの発光量を1とした場合に、ビット画像R2, G2, B2が表示される期間は発光量が1/2、ビット画像R1, G1, B1が表示される期間は発光量が1/4となるように、各発光ダイオード駆動回路34R, 34G, 34Bを制御する。このような動作により、1フレーム内で、各色毎に8:4:2:1に重み付けされた複数のビット画像の光が、順次スクリーン26に投射され、人間の目の残像効果により、鑑賞者にはカラー画像として認識される。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第7の実施の形態と同様である。なお、発光ダイオードの応答速度は数μ秒と速いため、第7または第8の実施の形態のような時分割色表示方式を用いたカラー画像表示が可能となる。

【0075】図23は、本発明の第9の実施の形態に係

る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態に係る映像表示装置は、映像表示ライトバルブとして反射型の液晶ライトバルブを使用して、時分割色表示方式を用いてカラー画像を表示するようにした例である。

本実施の形態に係る映像表示装置は、図18に示した映像表示装置において、合成プリズム20の代わりにダイクロイックミラー部50を設け、フィールドレンズ24R, 24G, 24Bの代わりに、ダイクロイックミラー部50の出射側にフィールドレンズ51を設け、更に、透過型の液晶ライトバルブを使用した映像表示ライトバルブ41の代わりに、偏光ビームスプリッタ60と、反射型の液晶ライトバルブを使用した映像表示ライトバルブ61とを設けたものである。

【0076】ダイクロイックミラー部50は、照明装置22Rからの赤色光のみをフィールドレンズ51側に反射するダイクロイックミラー50Rと、照明装置22Bからの青色光のみをフィールドレンズ51側に反射するダイクロイックミラー50Bとを、互いの中央部分にて接合することによって構成されている。

【0077】偏光ビームスプリッタ60と映像表示ライトバルブ61は、フィールドレンズ51の出射光の光路上に、この順序で配設されている。偏光ビームスプリッタ60は、P偏光(偏光方向が入射面に対して平行な偏光)を透過し、S偏光(偏光方向が入射面に対して垂直な偏光)を反射する反射面60aを有している。本実施の形態では、投射レンズ25は、映像表示ライトバルブ61からの光が偏光ビームスプリッタ60の反射面60aで反射して進行する方向に配設されている。

【0078】映像表示ライトバルブ61としては、例えば、液晶の複屈折を利用した反射型液晶ライトバルブを使用する。反射型液晶ライトバルブとしては、具体的には、例えば、ガラス基板上に作製されたポリシリコンTFTやアモルファスTFT、または結晶シリコン上に作製されたCMOS(相補形金属酸化膜半導体)やSRAM(スタティック・ランダム・アクセス・メモリ)等の回路を組み込んだ基板を用いた反射型液晶パネルを使用することができる。複屈折を有する液晶としては、ネマティック液晶や強誘電性液晶等を使用することができる。

【0079】本実施の形態に係る映像表示装置では、第7または第8の実施の形態と同様に、時分割色表示方式に従って、発光ダイオード11R, 11G, 11Bおよび映像表示ライトバルブ61を駆動する。各発光ダイオード11R, 11G, 11Bより出射された光は、リレーレンズ23R, 23G, 23B、ダイクロイックミラー部50およびフィールドレンズ51を経て、偏光ビームスプリッタ60に入射する。偏光ビームスプリッタ60では、入射した光のうちのP偏光成分のみが反射面60aを透過して、映像表示ライトバルブ61に入射する。反射型の液晶ライトバルブを使用した映像表示ライ

トバルブ61は、入射した光を、複屈折を利用して、表示する画像に応じて画素毎に偏光状態（偏光度）を変えることによって空間的に変調して、偏光ビームスプリッタ60側に反射する。偏光ビームスプリッタ60では、映像表示ライトバルブ61からの光のうちのS偏光成分のみが反射面60aで反射されて投射レンズ25に入射し、透過型または反射型のスクリーン26に拡大投影される。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第7または第8の実施の形態と同様である。

【0080】図24は、本発明の第10の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態に係る映像表示装置は、各色毎に、反射型の液晶ライトバルブを使用した映像表示ライトバルブを設けた例である。この映像表示装置は、直線上に配設された赤色照明装置22R、赤用リレーレンズ23R、赤用フィールドレンズ24R、赤用偏光ビームスプリッタ71および赤用映像表示ライトバルブ61Rを備えている。これらは、赤用映像表示ライトバルブ61Rで反射された光のうち赤用偏光ビームスプリッタ71の反射面71aで反射されるS偏光成分が、合成プリズム20の面20Rに入射するように配置されている。映像表示装置は、更に、直線上に配設された緑色照明装置22G、緑用リレーレンズ23G、緑用フィールドレンズ24G、緑用偏光ビームスプリッタ72および緑用映像表示ライトバルブ61Gを備えている。これらは、緑用映像表示ライトバルブ61Gで反射された光のうち緑用偏光ビームスプリッタ72の反射面72aで反射されるS偏光成分が、合成プリズム20の面20Gに入射するように配置されている。映像表示装置は、更に、直線上に配設された青色照明装置22B、青用リレーレンズ23B、青用フィールドレンズ24B、青用偏光ビームスプリッタ73および青用映像表示ライトバルブ61Bを備えている。これらは、青用映像表示ライトバルブ61Bで反射された光のうち青用偏光ビームスプリッタ73の反射面73aで反射されるS偏光成分が、合成プリズム20の面20Gに入射するように配置されている。

【0081】なお、各偏光ビームスプリッタ71、72、73と映像表示ライトバルブ61R、61G、61Bによる変調の原理は、第9の実施の形態において説明した通りである。各色毎に変調された光は、第1の実施の形態と同様にして、合成プリズム20によって合成され、投射レンズ25によってスクリーン26に投射される。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第6の実施の形態と同様である。

【0082】図25は、本発明の第11の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態に係る映像表示装置は、直線上に配設された照明装置75、リレーレンズ76、フィールドレンズ77、偏光ビームスプリッタ60および映像表示ライトバルブ61を備えている。偏光ビームスプリッタ60は、P偏光

を透過し、S偏光を反射する反射面60aを有している。本実施の形態では、投射レンズ25は、映像表示ライトバルブ61からの光が偏光ビームスプリッタ60の反射面60aで反射して進行する方向に配設されている。

【0083】本実施の形態における照明装置75は、図12ないし図14に示したように、カレイドスコープ12の入射端面に対して、赤色発光ダイオード11R、緑色発光ダイオード11G、青色発光ダイオード11Bを、それぞれ複数個ずつ配列して接合したものである。

【0084】本実施の形態に係る映像表示装置では、照明装置75における各発光ダイオード11R、11G、11Bを順次点灯させることにより、それぞれ照度が一樣化されて順次出力されるR、G、Bの3原色の照明光を得ることができる。そして、このR、G、Bの3原色の照明光を用いて、第9の実施の形態と同様にして、時分割色表示方式によるカラー画像の表示が可能となる。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第9の実施の形態と同様である。

【0085】図26は、本発明の第12の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態に係る映像表示装置は、虚像表示型の映像表示装置の例であり、いわゆるヘッドマウントディスプレイの形態を有するものである。この映像表示装置は、直線上に配設された照明装置75、リレーレンズ81および透過型の映像表示ライトバルブ82を備えている。本実施の形態に係る映像表示装置は、更に、映像表示ライトバルブ82からの出射光の光路上に配設されたハーフミラー83と、映像表示ライトバルブ82から出射されハーフミラー83で反射される光の光路上に配設されたハーフミラーを兼ねた凹面鏡84とを備えている。上記各構成要素は、適当なホルダによって保持されて、筐体内に設置されている。照明装置75は、第11の実施の形態と同様に、図12ないし図14に示したように、カレイドスコープ12の入射端面に対して、赤色発光ダイオード11R、緑色発光ダイオード11G、青色発光ダイオード11Bを、それぞれ複数個ずつ配列して接合したものである。

【0086】本実施の形態に係る映像表示装置では、照明装置75における各発光ダイオード11R、11G、11Bを順次点灯させることにより、それぞれ照度が一樣化されて順次出力されるR、G、Bの3原色の照明光を得ることができる。この3原色の照明光は、映像表示ライトバルブ82によって、順次、空間的に変調される。変調された光は、ハーフミラー83で一部が反射されて凹面鏡84に入射し、ここで一部が反射されてハーフミラー83に入射し、更に、一部がハーフミラー83を透過して、観察者の目85に投射される。これにより、観察者は、映像表示ライトバルブ82によって生成され、且つ拡大された虚像86を、前方の景色と共に観

察することになる。

【0087】ヘッドマウントディスプレイの形態を有する映像表示装置では、小型で且つ均一な照明光を与えることのできる照明装置が必要である。本実施の形態に係る映像表示装置では、そのような照明装置として、発光ダイオード11R、11G、11Bおよびカレイドスコープ12を有する照明装置75を用いている。従って、映像表示装置の小型化が可能となると共に、均一な照明光によって映像の品質を向上させることができる。本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第11の実施の形態と同様である。

【0088】図27は、本発明の第13の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。本実施の形態は、本発明を、半導体ウェハ上のフォトレジストに対してマスクパターン（本発明における映像に対応する。）を投影露光するための露光装置に適用した例である。本実施の形態に係る露光装置は、照明装置91と、この照明装置91の出射光を集光して、所定のパターンが形成されたマスク93（本発明における空間変調手段に対応する。）に照射するコンデンサレンズ92と、マスク93通過後の光を、半導体ウェハ95上のフォトレジストに投影する投影レンズ94とを備えている。照明装置91は、カレイドスコープ12の入射端面に発光ダイオード11を接合したものであり、第1ないし第4の実施の形態のうちのいずれの形態のものでも良い。なお、本実施の形態では、発光ダイオード11は、フォトレジストに対して感度のある光（可視光や紫外光）を出射するものとする。

【0089】この露光装置では、照明装置91から出射された光は、コンデンサレンズ92を経て、マスク93に照射される。マスク93によって空間的に変調された光は、投影レンズ94によって、半導体ウェハ95上のフォトレジストに投影され、フォトレジストが露光される。なお、本実施の形態に係る露光装置は、等倍露光を行う露光装置でも良いし、縮小投影露光を行うステップ式投影露光装置でも良い。

【0090】本実施の形態に係る露光装置によれば、光源として、カレイドスコープ12の入射端面に発光ダイオード11を接合した照明装置91を使用したので、光源の寿命が長くなり、また、光の利用効率を向上でき、消費電力を少なくすることができると共に露光装置の小型化が可能となる。更に、マスク93に対して照度が一様化された照明光を照射することができ、露光の精度を向上させることができる。

【0091】なお、本発明は上記各実施の形態に限定されず、例えば、第6ないし第12の実施の形態において、照度一様化光学素子として、カレイドスコープの代わりに、フライアイレンズを使用しても良い。フライアイレンズは、小さなレンズを並べたアレイ状のレンズである（前出の文献「光技術コンタクト」、Vol. 3

3, No 2, 1995年, 第41~44ページ」参照。)

【0092】図28は、フライアイレンズの入射端面に複数の発光ダイオードを配置した照明装置の一例を示す側面図、図29は、図28におけるフライアイレンズの断面図である。これらの図に示したように、フライアイレンズ100は、小レンズ101を多数並べて構成されている。図28に示した例では、フライアイレンズ100の入射端面に、複数の発光ダイオード11を配置している。各発光ダイオード11の発光面とは反対側の面側には、それぞれ、球面の一部をなすような形状の反射鏡111が設けられている。また、各発光ダイオード11の発光面の前方には、それぞれ、レンズ112が設けられている。これら複数の発光ダイオード11、反射鏡111およびレンズ112は、発光ダイオード11の発光面がフライアイレンズ100の入射端面に対向するように配置されている。図28に示したような照明装置は、第6ないし第13の実施の形態における照明装置と置き換えることが可能である。

【0093】また、空間変調手段としては、実施の形態で挙げたものに限らず、強誘電性液晶や高分子分散液晶を用いた液晶ライトバルブでも良いし、更には、画素単位で、機械的な動作によって光の反射、透過、回折等を制御して、光を空間的に変調するものでも良い。

【0094】また、第6ないし第12の実施の形態では、発光ダイオードとして、赤色光、緑色光、青色光を出射するものを用いたが、他の色の光を出射するものを用いても良い。この場合、映像表示ライトバルブは、発光ダイオードの出射光の色に対応した色信号に基づいて駆動するようにする。

【0095】

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし5のいずれかに記載の照明装置によれば、1以上の発光ダイオードを用いた光源より出射される光を、照度一様化光学素子によって被照明部における照度が一様化されるようにして、被照明部に照射するようにしたので、光源の寿命が長くなり、消費電力の低減と装置の小型化が可能になり、更に、照度分布を一様化することができるという効果を奏する。

【0096】また、請求項4記載の照明装置によれば、発光ダイオードを、それぞれの発光面が平面的に配置されるように複数個設け、それぞれの発光強度が独立に制御されるようにしたので、請求項1記載の照明装置の効果に加え、光源の発光強度に分布を持たせることにより、より均一な照明光を得ることが可能となるという効果を奏する。

【0097】請求項6ないし12のいずれかに記載の映像表示装置によれば、1以上の発光ダイオードを用いた光源より出射される光を、照度一様化光学素子によって空間変調手段における照度が一様化されるようにして、

空間変調手段に照射し、空間変調手段によって、表示する映像の情報に応じて空間的に変調し、投射光学系によって投射するようにしたので、光源の寿命が長くなり、消費電力の低減と装置の小型化が可能になり、更に、良好な色再現が可能になり、表示輝度を均一化することができるという効果を奏する。

【0098】また、請求項9記載の映像表示装置によれば、発光ダイオードを、それぞれの発光面が平面的に配置されるように複数個設け、それぞれの発光強度が独立に制御されるようにしたので、請求項6記載の映像表示装置の効果に加え、より均一な照明光を得て、表示輝度をより均一化することが可能となるという効果を奏する。

【0099】また、請求項11記載の映像表示装置によれば、光源が、カラー画像を構成するために、互いに異なる波長領域の光を出射する複数の発光ダイオードを含み、駆動手段によって、所定の周期で、互いに異なる波長領域の光が順次出射されるように、複数の発光ダイオードを駆動するようにしたので、請求項6記載の映像表示装置の効果に加え、時分割色表示方式によるカラー画像の表示が可能となる。

【0100】また、請求項12記載の映像表示装置によれば、照度一様化光学素子としてのロッド型光インテグレータの出射側の端面を、空間変調手段における画像形成領域に対応する形状に形成したので、請求項6記載の映像表示装置の効果に加え、光の利用効率を向上させることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。

【図2】図1に示した照明装置の変形例を示す斜視図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る照明装置における発光ダイオードとカレイドスコープとの接合部分の一例を示す断面図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態に係る照明装置における発光ダイオードとカレイドスコープとの接合部分の他の例を示す断面図である。

【図5】カレイドスコープにおける照度一様化の原理について説明するための説明図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。

【図7】本発明の第3の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。

【図8】本発明の第4の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。

【図9】光源の発光状態と被照明部における照明状態との関係を調べた実験の結果を示す説明図である。

【図10】光源の発光状態と被照明部における照明状態

との関係を調べた実験の結果を示す説明図である。

【図11】光源の発光状態と映像表示ライトバルブにおける照度分布の例を示す説明図である。

【図12】本発明の第5の実施の形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。

【図13】図12における発光ダイオードの配列の方法の一例を示す説明図である。

【図14】図13における発光ダイオードの配列の方法の他の例を示す説明図である。

【図15】本発明の第6の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。

【図16】本発明の第6の実施の形態に係る映像表示装置の回路構成を示すブロック図である。

【図17】本発明の第6の実施の形態に係る映像表示装置のカレイドスコープ照明系における光の状態を表す説明図である。

【図18】本発明の第7の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。

【図19】本発明の第7の実施の形態に係る映像表示装置の回路構成を示すブロック図である。

【図20】本発明の第7の実施の形態に係る映像表示装置の動作を示す説明図である。

【図21】本発明の第8の実施の形態に係る映像表示装置において使用するデジタル階調表示方式の原理について説明するための説明図である。

【図22】本発明の第8の実施の形態に係る映像表示装置の動作を示す説明図である。

【図23】本発明の第9の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。

【図24】本発明の第10の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。

【図25】本発明の第11の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。

【図26】本発明の第12の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。

【図27】本発明の第13の実施の形態に係る映像表示装置の構成を示す説明図である。

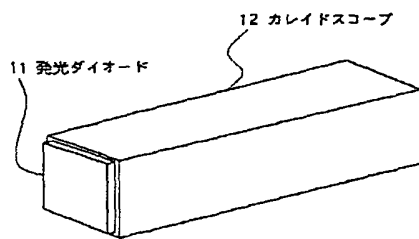
【図28】本発明の第6ないし第13の実施の形態における照明装置と置き換えることが可能な照明装置の一例を示す側面図である。

【図29】図28におけるフライアイレンズの断面図である。

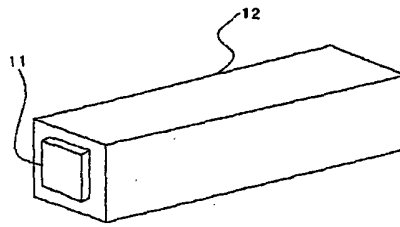
【符号の説明】

11, 11R, 11G, 11B…発光ダイオード、12, 12R, 12G, 12B…カレイドスコープ、20…合成プリズム、21R, 21G, 21B…映像表示ライトバルブ、23R, 23G, 23B…リレーレンズ、24R, 24G, 24B…フィールドレンズ、25…投射レンズ。

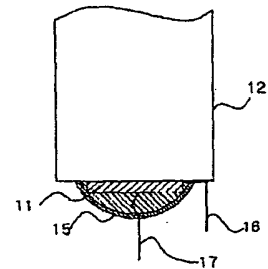
【図1】



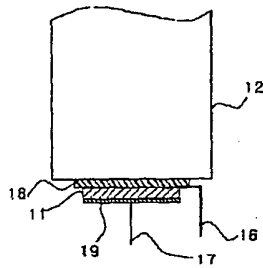
【図2】



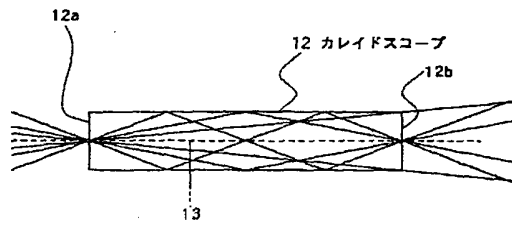
【図3】



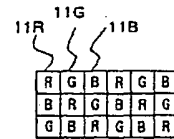
【図4】



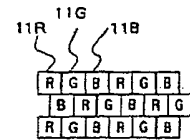
【図5】



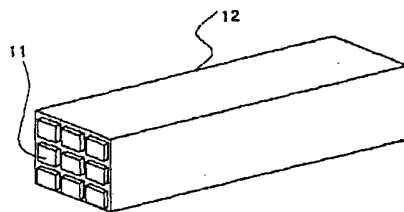
【図13】



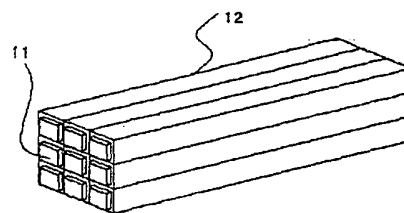
【図14】



【図6】

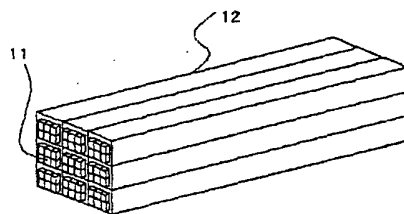


【図7】

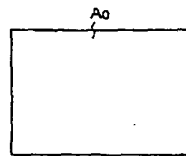


【図9】

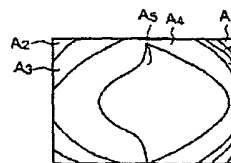
【図8】



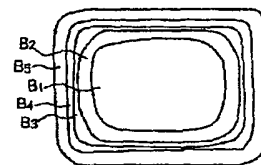
(a)



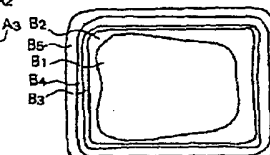
(c)



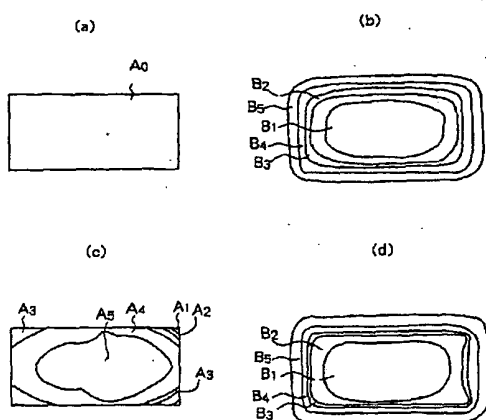
(b)



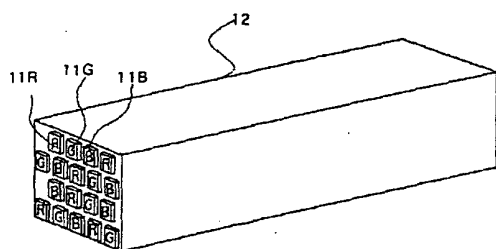
(d)



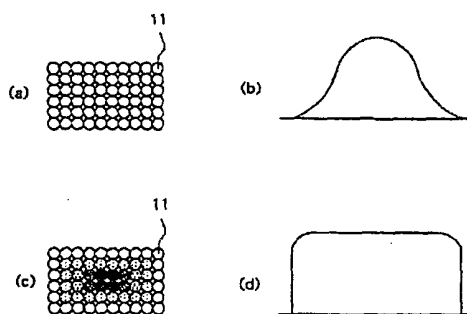
【图 10】



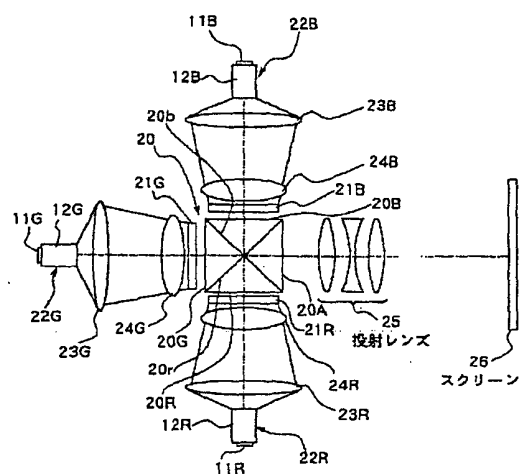
【圖 12】



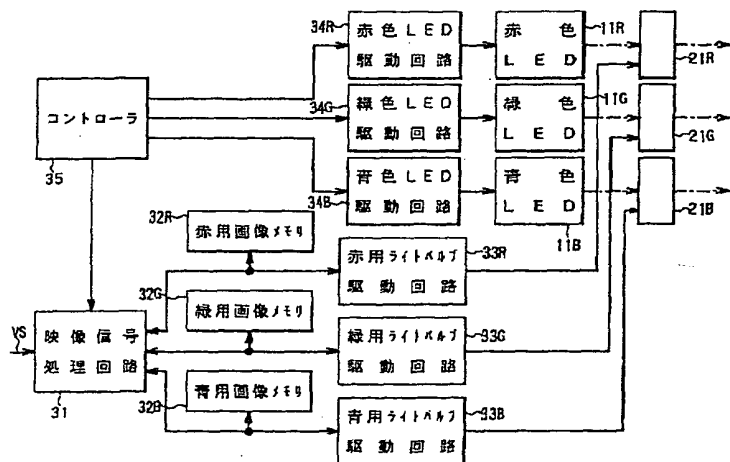
【图 11】



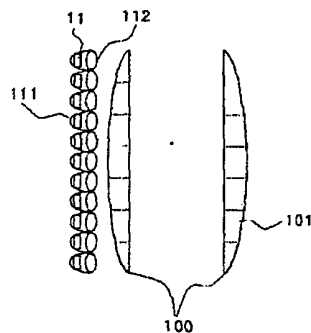
【图 15】



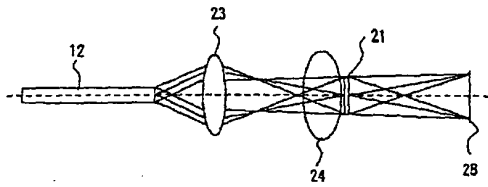
【图 16】



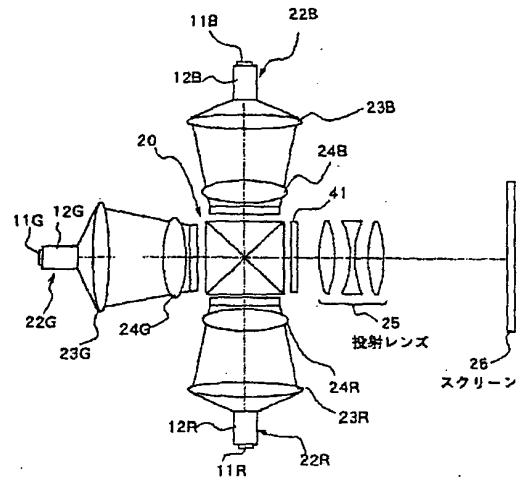
【圖 28】



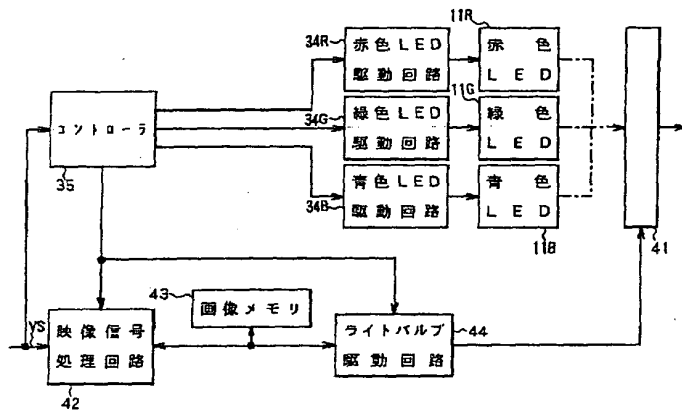
【図17】



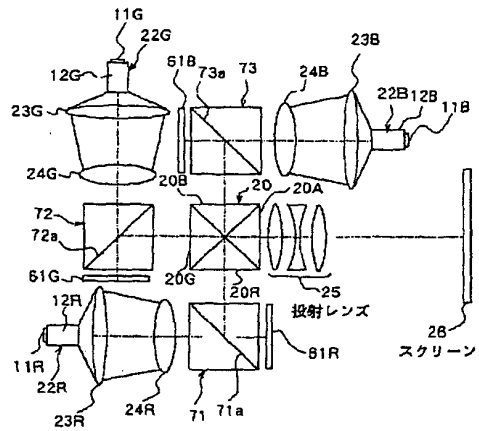
【図18】



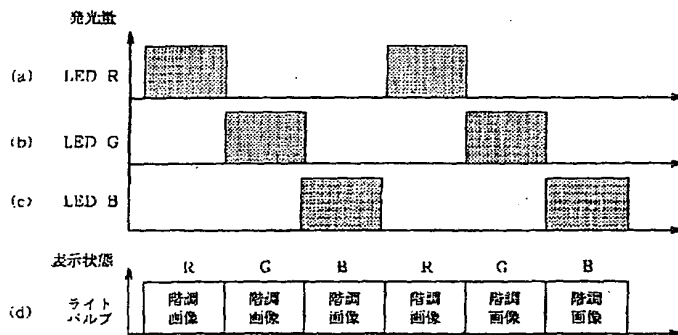
【図19】



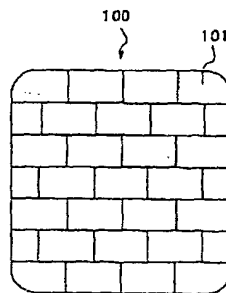
【図24】



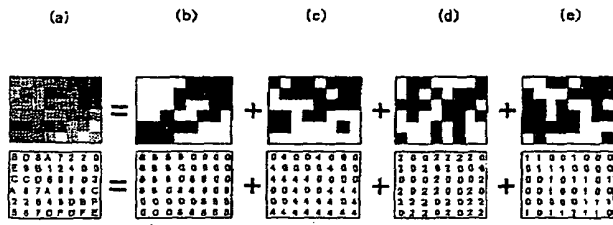
【図20】



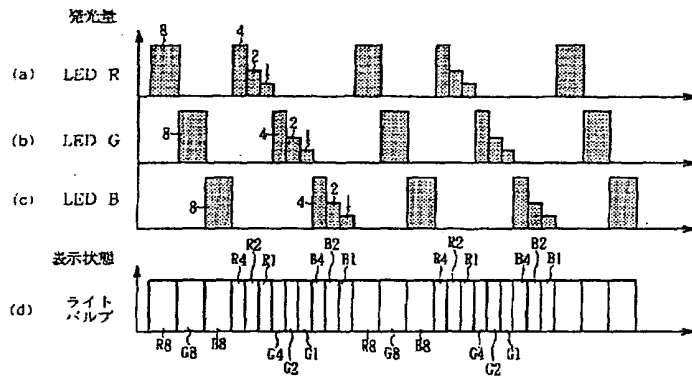
【図29】



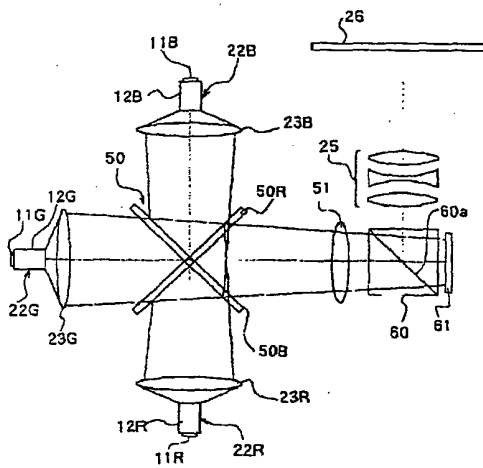
【図21】



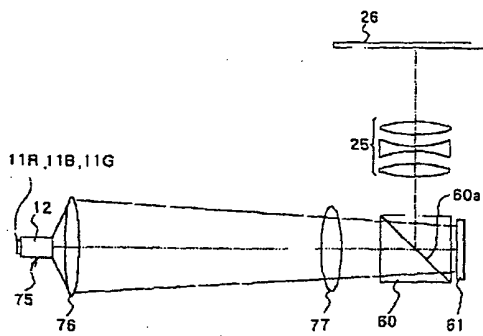
【図22】



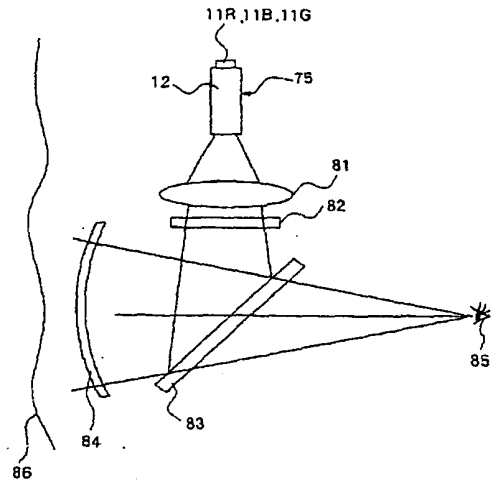
【図23】



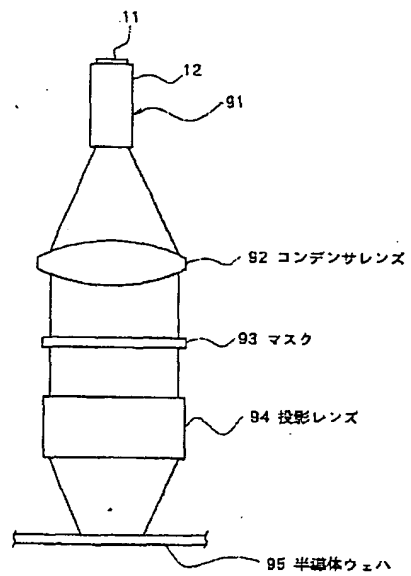
【図25】



【図26】



【図27】



フロントページの続き(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 L 33/00

H 0 4 N 5/74

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

H 0 4 N 5/74

N

K

A

[0031]

Fig. 6 is a perspective view showing the configuration of the illumination device in a second embodiment of the present invention. The illumination device of this embodiment has, as its light source, a single kaleidoscope 12 on whose entrance end-surface is provided a plurality of light-emitting diodes 11 deployed such that the light-emitting surface of each is in the same plane.

[0042]

Fig. 15 is an explanatory drawing showing the configuration of the visual display device in a sixth embodiment of the present invention. This visual display device is equipped with: a cube-shaped synthesizing prism 20; a green-image display light valve 21G deployed facing one side 20G of the synthesizing prism; a red-image display light valve 21R deployed facing another side 20R, orthogonal to side 20G, of the synthesizing prism; and a blue-image display light valve 21B deployed facing another side 20B, parallel with side 20R, of the synthesizing prism.

[0043]

The visual display device is further equipped with a red illumination device 22R, a green illumination device 22G, and a blue illumination device 22B, that are deployed sideward of the image display light valves 21R, 21G and 21B, and are for directing red, green and blue illuminating light respectively into the image display light valves 21R, 21G and 21B. The red illumination device 22R is composed of a red light-emitting diode 11R bonded to the entrance end of a kaleidoscope 12R. Likewise the green illumination device 22G is composed of a green light-emitting diode 11G bonded to the entrance end of a kaleidoscope 12G and the blue illumination device 22B is composed of a blue light-emitting diode 11B bonded to the entrance end of a kaleidoscope 12B.

[0045]

The synthesizing prism 20 is configured as a dichroic prism having a reflecting surface 20r that reflects just red light, which has entered through side 20R, to side 20A, and a

reflecting surface 20b that reflects just blue light, which has entered through side 20B, to side 20A.

[0046]

The image display light valves 21R, 21G and 21B have multiple picture elements, the light transmittance of each of which can be controlled. For these image display light valves 21R, 21G and 21B one could use, for example, transmissive LC light valves with TN (twisted nematic) as their liquid crystal and TFTs (thin film transistors) as their switch elements.

[0057]

The light of each color emitted by the light-emitting diodes 11R, 11G and 11B has a narrow band of wavelengths. Thus there is none of the dependence of the wavelength distribution of each color on the wavelength of an original beam of white light, such as occurs when light from a white light source is split into different colors. Hence a wide range of colors can be expressed through synthesis of the light emitted by the light-emitting diodes 11R, 11G and 11B. As a result, good color reproduction is possible.

[0062]

Fig. 18 is an explanatory drawing showing the configuration of the visual display device of the present embodiment. This visual display device employs a time-division color display method to display color images. This device is not provided with each of the color image display light valves 21R, 21G and 21B of the sixth embodiment; instead it is provided with an image display light valve 41 between the synthesizing prism 20 and the projecting lens 25.

[0063]

Fig. 19 is a block diagram showing the circuit configuration of the visual display device of the present embodiment. This visual display device is equipped with: visual signal (VS) processing circuits 42 that, in response to input of visual signals (VS), generate red, green and blue image signals respectively for red, green and blue images and

output such signals sequentially; an image memory 43 for temporarily recording the red, green and blue image signals generated by the VS processing circuits 42; and light valve drive circuits 44 that are connected to the VS processing circuits 42 and the image memory 43 and drive the image display light valve 41.

[0065]

Next, the operation of the visual display device of the present embodiment is described with reference to the timing chart in Fig. 20. The controller 35 receives the visual signals and generates, in synchronization with the visual signals, timing signals that are for dividing the duration of single frames or single fields into three equal parts; it then sends these timing signals to the VS processing circuits 42 and the light valve drive circuits 44. The VS processing circuits 42 generate, according to the timing signals, red, green and blue image signals respectively for red, green and blue images and output such signals sequentially. These image signals are temporarily recorded by the image memory 43. The light valve drive circuits 44 call up image signals for each of the colors from the image memory 43 sequentially according to the timing signals from the controller 35, and drive the visual display light valve 41 according to these image signals. As a result, at the visual display light valve 41, gradated images for red (R), green (G) and blue (B) are displayed sequentially over the duration of a single frame or a single field as shown in Fig. 20 (d).

[0066]

Meanwhile the controller 35 controls the light-emitting diode drive circuits 34R, 34G and 34B such that the light-emitting diodes 11R, 11G and 11B light in a sequence synchronized with the timing for display of gradated red, green and blue images at the visual display light valve 41. As a result, the light-emitting diodes 11R, 11G and 11B (labeled LED R, LED G and LED B respectively in Fig. 20) light in synchronization with the timing for display of gradated red, green and blue images at the visual display light valve 41, so that light of each of the colors is shone sequentially into the visual display light valve 41 as shown in Fig. 20 (a) through (c).

[0067]

By means of such operations, images of each of the colors red, green and blue are

projected sequentially onto the screen 26.

[0075]

Fig. 23 is an explanatory drawing showing the configuration of the visual display device in a ninth embodiment of the present invention. This visual display device uses a reflective LC light valve as its visual display light valve and employs a time-division color display method to display color images.

[0085]

Fig. 26 is an explanatory drawing showing the configuration of the visual display device in a twelfth embodiment of the present invention. This visual display device is of the virtual image displaying type and takes the form of what is called a "head mounted display."

[0086]

Some of the modulated light is reflected by a half-mirror 83 and strikes a concave mirror 84, from which some is reflected and again strikes the half-mirror 83, through which some passes and is then projected into the viewer's eye 85. Consequently the viewer sees, together with the surrounding scene, a virtual image 86 that has been generated and enlarged by the visual image display light valve 82.